

Використання моделей канонічного кореляційного аналізу під час оцінки інноваційної спроможності суб'єктів господарювання

На основі використання методів канонічного кореляційного аналізу виявлені причинно-наслідкової залежності між інноваційним потенціалом, інноваційними бізнес можливостями та запасом міцності економічної системи. Логічно обґрунтована та експериментально доведена структурна композиція інтегрального показника інноваційної спроможності підприємства щодо продуктових, процесних, організаційних та маркетингових інновацій.

Paper enlightens the results of canonical analysis of interrelations between enterprise innovation potential, innovation opportunities and safety margin. Paper proposes and justifies components of integral index of innovation capacity for product, process, organization and market innovations.

Ключові слова: інновація, управління інноваційною діяльністю, підприємство, канонічний кореляційний аналіз.

Вступ. В умовах циклічного розвитку національної та світової економіки забезпечення стійкого розвитку суб'єктів господарювання є можливим лише за умови впровадження організаційно-економічного механізму управління підприємницькою діяльністю, який дозволяє інтенсифікувати реалізацію проектів інноваційних перетворень з урахуванням вимог ринкового середовища та інноваційних можливостей окремих бізнес одиниць. Стратегічні рішення в процесі управління інноваційною діяльністю підприємств вимагають використання структурованої інформаційно-аналітичної бази щодо здатності суб'єкта до інноваційних змін, відповідних перспектив та стримуючих чинників.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливе практичне значення наукового вирішення проблем організації систематичної та ефективної інноваційної діяльності обумовило широкий інтерес вітчизняних та зарубіжних дослідників. Вагомим є вклад в розвиток теоретичних та методичних підходів

до управління інноваційною діяльністю економічних систем різних рівнів управління таких науковців як: В. М. Геєць, М. М. Єрмошенко, С. М. Ілляшенко, М. Є. Рогоза, Л. І. Федулова.

Авторами багатьох прикладних наукових досліджень інноваційних процесів, зокрема [1], часто використовується узагальнений підхід до розуміння сутності інновацій, наведений в міжнародно визнаному практичному керівництві Осло. При цьому інновація з метою формування ефективного організаційно-економічного механізму інноваційної діяльності розглядається як «запровадження нового або суттєво поліпшеного продукту (товару чи послуги), процесу, нового методу маркетингу чи нового організаційного методу в практиці господарської діяльності, організації робочих місць або зовнішніх зв'язків» [4]. Таке розуміння дозволяє визначати економічну сутність інновації на високому рівні узагальнення і поряд з тим враховувати практичні відмінності планування, організації реалізації інноваційних процесів щодо продуктових, процесних, маркетингових та організаційних змін на підприємстві.

Саме такий підхід використано автором [2] при розробці теоретичних основ та методичних підходів до оцінювання інноваційної спроможності суб'єктів господарювання. При визначенні інноваційної спроможності економічної системи як «стану наявної ресурсної бази, що обумовлює можливість її ефективного (по відношенню до окремого інноваційного проекту) використання на підставі сталих гнучких зв'язків між всіма її складовими, що сформовані в системі менеджменту та спрямовані на управління всіма ресурсними підсистемами та їхніми елементами щодо ведення інноваційної діяльності» [2] відповідний інтегрований показник є функціоналом трьох вагомих складових, а саме: інноваційного потенціалу підприємства (ІП), інноваційних бізнес-можливості реалізації потенціалу (ІБМ) та стану системи економічної безпеки, що характеризується запасом міцності (ЗМ) щодо впровадження інноваційних проектів (1):

$$ІСП = F \{ \alpha ІП, \beta ІБМ, \gamma ЗМ \} , \quad (1)$$

де

ІСП – інтегральний показник інноваційної спроможності підприємства

α , β , γ – функціональні коефіцієнти корегування значущості складових, які встановлюються у розрізі продуктових, процесних, організаційних та маркетингових інноваційних проектів.

Визначена таким чином кількісна оцінка інтегрального показника інноваційної спроможності є критеріальною основою управлінських рішень щодо можливості та доцільності здійснення інноваційних перетворень на підприємстві. Оцінка кожної з структурних складових інтегрального показника сигналізує менеджеру середнього рівня про стан та можливості окремих складових системи, що обумовлюють інноваційний процес на підприємстві.

Невирішені питання, які є частиною загальної проблеми. Суттєве практичне значення проблеми кількісного визначення рівня інноваційної спроможності підприємств в комплексі та у розрізі її складових обумовлює актуальність аналізу здатності вітчизняних суб'єктів господарювання до здійснення інноваційних перетворень, який повинен проводитися з урахуванням системи взаємозв'язків між різнорівневими факторами та чинниками, що мають вплив на зміну інтегрального показника.

Мета статті. Метою статті є теоретичне та експериментальне обґрунтування наявності таких якостей системи показників інноваційної спроможності підприємства, які забезпечують відповідність її конфігурації принципам системного аналізу та надають можливостей здійснення факторного аналізу за складовими інноваційного потенціалу, інноваційних бізнес-можливостей та запасу міцності системи у розрізі видів інноваційних перетворень.

Основний матеріал. Задачі виявлення статистичної наявності, тісноти та напрямку взаємозв'язків між структурними елементами системи показників успішно вирішуються шляхом застосування методів канонічного аналізу, які дозволяють знаходити максимальні кореляційні зв'язки між групами величин. Математично таке завдання вирішується з допомогою нових змінних – канонічних функцій, які визначаються як лінійні комбінації початкових ознак.

Концепція методів канонічного аналізу базується на природі множинної кореляції, яка за узагальненням В. Хоттелінга, є максимальною кореляцією між обраною випадковою результатною зміною та лінійною функцією сукупності пояснювальних змінних [3]. Оскільки окремі показники не характеризують повністю групу, до якої вони належать, в процесі канонічного аналізу за характе-

рним показником груп встановлюється дві лінійні комбінації з показників іншої групи; знайдена таким чином пара лінійних комбінацій утворює першу пару канонічних функцій (коренів), яка описує певні властивості обох груп первинних показників. Для концентрованого опису інших властивостей інтегральних показників доцільно знаходити наступну пару канонічних функцій, некорельовану з першою парою. Сформовану таким шляхом систему канонічних функцій можливо вважати новою координатною системою, яка найкращим чином пристосована для опису сукупності кореляційних зв'язків між складовими комплексного показника.

Іншим важливим результатом канонічного аналізу є визначення міри надлишковості сукупності, тобто встановлення рівня визначеності однієї групи показників при заданих значеннях показників другої групи. Застосування такої математичної процедури до системи показників інноваційної спроможності надає основи для виявлення надлишкових показників за встановленими складовими, а при їх відсутності стає аргументом достатності, повноти та відсутності інформаційних дублювань в системі показників, що характеризують інноваційний потенціал, інноваційні бізнес-можливості та запас міцності економічної системи в процесі комплексного оцінювання здатності підприємства до інноваційних перетворень.

Формування статистичного масиву даних, необхідного для здійснення експериментальних розрахунків канонічного аналізу з метою досягнення поставлених цілей, доцільно здійснювати на основі послідовних авторських пропозицій [2]. Отже, запропонований методичний підхід оцінювання інноваційної спроможності в результаті його аплікації на інформаційно-аналітичну базу щодо результатів фінансово-господарської діяльності підприємств машинобудування та хімічної промисловості чотирьох адміністративно-територіальних регіонів України дозволив встановити рівень здатності суб'єктів господарювання до реалізації продуктових, процесних, організаційних та маркетингових інноваційних проектів (рис. 1).

В результаті проведеного дослідження виявлено, що найвищу інноваційну спроможність мають підприємства хімічної галузі щодо здійснення продуктових інновацій (49,09%), при цьому більший запас міцності притаманний підприємствам машинобудування (наприклад, щодо продуктових інновацій -

58,72% у порівнянні з 55,32%). Така ситуація пояснюється суттєво нижчими оцінками інноваційного потенціалу (38,37% у порівнянні з 52,66%) та інноваційними бізнес-можливостями (31,13% у порівнянні з 38,77).

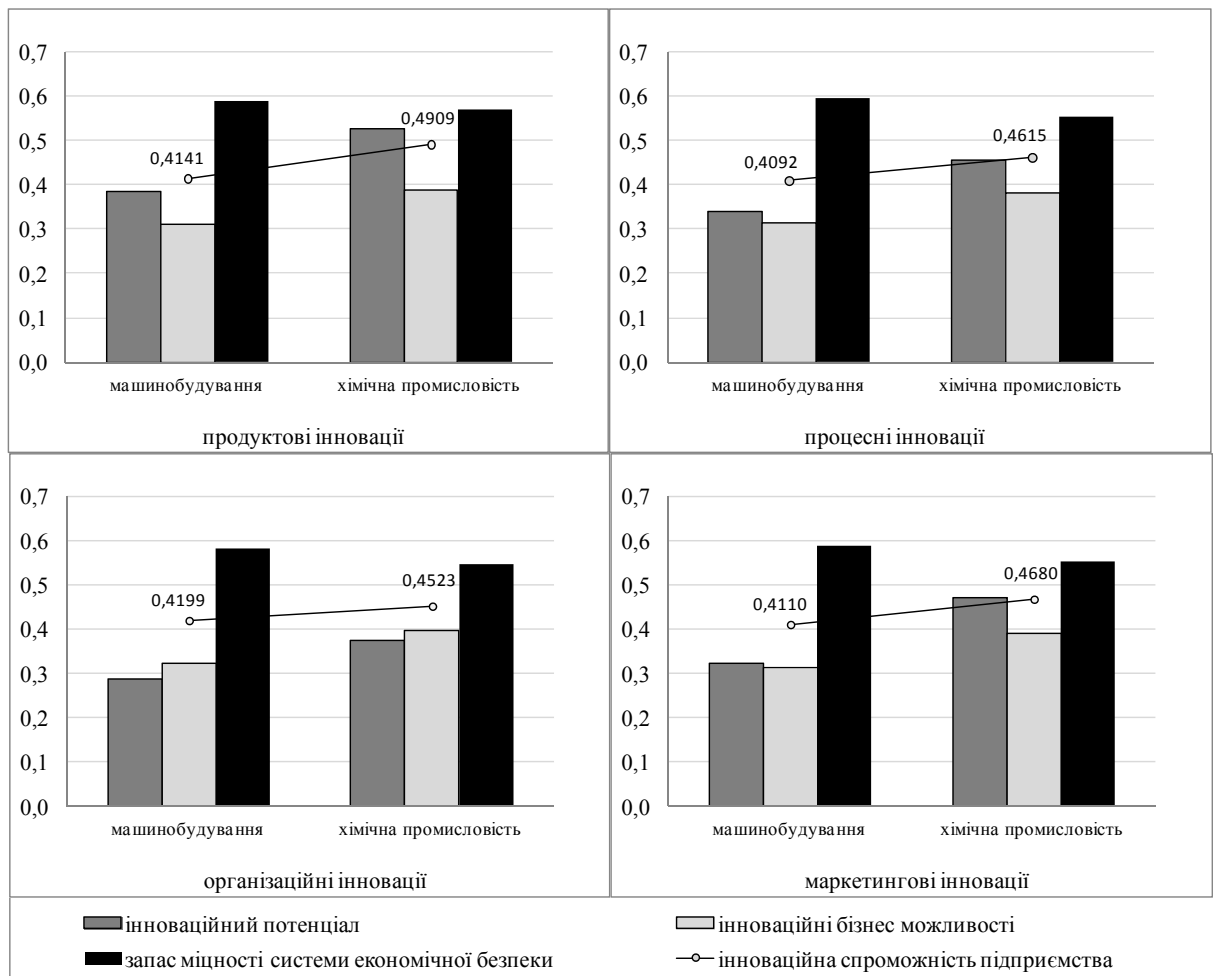


Рис. 1. Результати комплексного оцінювання інноваційної спроможності промислових підприємств за видами інновацій.

Суттєві структурні розбіжності у композиції інтегрального показника інноваційної спроможності за видами інновацій для досліджених галузей не спостерігаються, варіації характерні лише в діапазонах оцінок складових інноваційної спроможності. Так, інноваційному потенціалу підприємств галузі машинобудування притаманні коливання в межах від 28,73% (щодо організаційних інновацій) до 38,37% (щодо продуктивних інновацій).

Оскільки значення складових інноваційної спроможності підприємства різняться за видами інновацій, встановлення зв'язків між множинами змінних інноваційного потенціалу, інноваційних бізнес-можливостей та запасу міцності економічної системи доцільно здійснити проведено у розрізі продуктових, процесних, організаційних та маркетингових інновацій. В ході дослідження розрахунки канонічного кореляційного аналізу проведені шляхом використання модуля «Multivariate Exploratory Techniques \ Canonical Analysis» ППП Statistica 7.0. В результаті проведених розрахунків побудовані статистично значимі моделі (табл. 1), які характеризуються високими коефіцієнтами кореляції (для моделей взаємозв'язку запасу міцності системи економічної безпеки та інноваційного потенціалу – понад 96%, для моделей взаємозв'язку запасу міцності системи економічної безпеки та інноваційних бізнес можливостей – понад 67%).

Проте для пояснення дисперсії однієї множини на основі отриманих канонічних коренів значень показників іншої множини достатньо не в усіх випадках: так, використовуючи значення показників запасу міцності системи економічної безпеки, можливо пояснити лише 17,58% дисперсії змінних, що складають інноваційний потенціал та 9,45% дисперсії показників інноваційних бізнес можливостей (для продуктових інновацій); виявлені якості притаманні складовим інноваційної спроможності незалежно від виду інновацій. На формування запасу міцності економічної системи інноваційний потенціал має істотно більший вплив: при застосуванні отриманих канонічних моделей на основі значень показників інноваційного потенціалу можливо пояснити понад 89% мінливості інтегрального показника запасу міцності системи економічної безпеки підприємства.

**Статистична оцінка взаємозв'язку складових інноваційної спроможності
за видами інновацій**

Вид інновацій	складова інноваційної спроможності	пояснена дисперсія	спільна надмірність	коефіцієнт канонічної кореляції
продуктові інновації	Вплив запасу міцності системи економічної безпеки (ЗМ) на інноваційний потенціал (ІП) підприємства			
	ЗМ	100,00%	90,33%	0,97906
	ІП	19,22%	17,58%	
	Вплив запасу міцності системи економічної безпеки (ЗМ) на інноваційні бізнес можливості (БМ) підприємства			
	ЗМ	100,00%	36,51%	0,68208
	БМ	29,06%	9,45%	
процесні інновації	Вплив запасу міцності системи економічної безпеки (ЗМ) на інноваційний потенціал (ІП) підприємства			
	ЗМ	100,00%	89,48%	0,97936
	ІП	16,97%	15,26%	
	Вплив запасу міцності системи економічної безпеки (ЗМ) на інноваційні бізнес можливості (БМ) підприємства			
	ЗМ	100,00%	33,26%	0,67106
	БМ	29,22%	9,13%	
організаційні інновації	Вплив запасу міцності системи економічної безпеки (ЗМ) на інноваційний потенціал (ІП) підприємства			
	ЗМ	100,00%	90,64%	0,97734
	ІП	21,069%	19,48%	
	Вплив запасу міцності системи економічної безпеки (ЗМ) на інноваційні бізнес можливості (БМ) підприємства			
	ЗМ	100,00%	34,82%	0,67207
	БМ	28,94%	9,18%	
маркетингові інновації	Вплив запасу міцності системи економічної безпеки (ЗМ) на інноваційний потенціал (ІП) підприємства			
	ЗМ	100,00%	89,46%	0,96648
	ІП	20,10%	18,14%	
	Вплив запасу міцності системи економічної безпеки (ЗМ) на інноваційні бізнес можливості (БМ) підприємства			
	ЗМ	100,00%	37,27%	0,69246
	БМ	29,66%	9,94%	

В результаті канонічного кореляційного аналізу множин змінних, що характеризують інноваційний потенціал та інноваційні бізнес можливості отримано 7 канонічних коренів, коефіцієнт канонічної кореляції становить 99,81%; всі 7 коренів описують 100% дисперсії множини показників інноваційних бізнес можливостей та 42,17% - інноваційного потенціалу.

Використовуючи значення показників інноваційних бізнес можливостей та отримані канонічні корені можливо пояснити в середньому 34,14% дисперсії змінних, що складають інноваційний потенціал, щодо дисперсії показників інноваційних бізнес можливостей - 76,79% мінливості відповідної множини пояснюється значеннями змінних інноваційного потенціалу. Оскільки вимога $p < 0,001$ зберігається лише для перших трьох канонічних коренів саме ці канонічні моделі є статистично значимими.

Перший канонічний корінь пояснює 25,63% дисперсії змінних, що характеризують інноваційний потенціал (коефіцієнти укомплектованості кадрами (x_{1111}), обороту щодо приймання (x_{1112}), стабільності кадрів (x_{1113}), трудової дисципліни (x_{1114}), мотивації зарплати (x_{1115}), підвищення кваліфікації кадрів (x_{1116}), інтелектуального рівня робітників (x_{1117}), середнього рівня робітників (x_{1118}), приймання кадрів високої кваліфікації (x_{1119}), частка інженерних та наукових робітників (x_{1110}), продуктивність праці (x_{1121}), коефіцієнти раціоналізаторської активності (x_{1122}), придатності, оновлення, приросту основних засобів (x_{1211} , x_{1212} , x_{1213}), вартості основних засобів у майні підприємства (x_{1214}), укомплектованості матеріалами (x_{1215}), фондівіддача основних засобів (x_{1221}), матеріаловіддача (x_{1222}), коефіцієнти корисного використання матеріалів (x_{1223}), браку (x_{1224}), маневрування власних обігових коштів (x_{1311}), автономії (x_{1312}), забезпечення запасів власними коштами (x_{1313}), забезпеченості оборотних активів власними коштами (x_{1314}), рентабельність активів (x_{1321}), інвестованого капіталу (x_{1322}), власного капіталу (x_{1323}), коефіцієнти інформаційної озброєності (x_{1411}), повноти, захищеності, точності, протиріччя інформації (x_{1412} , x_{1413} , x_{1414} , x_{1415}), частка витрат на НДКР (x_{1416}), продуктивність та рентабельність інформації (x_{1421} , x_{1422})):

$$\begin{aligned}
 U_1 = & 0,1076 \cdot X_{1111} + 0,0645 \cdot X_{1112} + 0,1509 \cdot X_{1113} + 0,1426 \cdot X_{1114} + \\
 & 0,4235 \cdot X_{1115} + 0,2658 \cdot X_{1116} + 0,4362 \cdot X_{1117} + 0,2172 \cdot X_{1118} + \\
 & 0,2335 \cdot X_{1119} + 0,4353 \cdot X_{1110} + 0,6748 \cdot X_{1121} + 0,6554 \cdot X_{1122} + \\
 & 0,2693 \cdot X_{1211} + 0,2996 \cdot X_{1212} + 0,1522 \cdot X_{1213} - 0,0919 \cdot X_{1214} + \\
 & 0,2579 \cdot X_{1215} + 0,4873 \cdot X_{1221} + 0,2573 \cdot X_{1222} - 0,0313 \cdot X_{1223} + \\
 & 0,2541 \cdot X_{1224} + 0,2496 \cdot X_{1311} + 0,2105 \cdot X_{1312} + 0,3693 \cdot X_{1313} + \\
 & 0,272 \cdot X_{1314} + 0,64 \cdot X_{1321} + 0,4552 \cdot X_{1322} + 0,4317 \cdot X_{1323} + 0,3738 \cdot \\
 & X_{1411} + 0,7449 \cdot X_{1412} + 0,8281 \cdot X_{1413} + 0,8365 \cdot X_{1414} + 0,7881 \cdot \\
 & X_{1415} + 0,4342 \cdot X_{1416} + 0,6364 \cdot X_{1421} + 0,5285 \cdot X_{1422} \\
 V_1 = & 0,0449 \cdot X_{2131} + 0,2656 \cdot X_{2211} + 0,4303 \cdot X_{2311} + 0,4615 \cdot X_{2321} + \\
 & 0,9975 \cdot X_{2411}
 \end{aligned} \tag{2}$$

Використовуючи рівняння першої канонічної моделі (2), на основі значень показників інноваційного потенціалу можливо пояснити 25,54% дисперсії показників інноваційних бізнес можливостей (коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості (x_{2131}), ступень операційного важелю (x_{2211}), рентабельність діяльності (x_{2311}), рентабельність продукції (x_{2321}), рівень відповідності організаційної структури підприємства інноваційним потребам (x_{2411})).

Другий канонічний корінь виявляє кореляцію між внутрішньою нормою доходності та показниками, що характеризують ефективність використання фінансових ресурсів, і пояснює 22,35% дисперсії змінних, що характеризують інноваційний потенціал; використовуючи рівняння другої канонічної моделі на основі значень показників інноваційного потенціалу можливо пояснити 19,93% дисперсії інноваційних бізнес можливостей. Третій канонічний корінь пояснює 17,7% дисперсії змінних, що характеризують інноваційний потенціал; використовуючи відповідне рівняння на основі значень показників інноваційного потенціалу можливо пояснити 13,42% дисперсії показників інноваційних бізнес можливостей. Третій канонічний корінь засвідчує кореляцію між майновим станом та показниками, що характеризують наявність матеріальних ресурсів.

Сумарно три значимих канонічних корені пояснюють близько 65% дисперсії змінних, що характеризують інноваційний потенціал, та близько 59% дисперсії змінних, що характеризують інноваційні бізнес можливості.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Результатами канонічного кореляційного аналізу підтверджується існування статистично значимого зв'язку між інноваційним потенціалом та запасом міцності економічної системи а також між інноваційними бізнес можливостями та запасом міцності системи економічної безпеки, при цьому впливу економічної безпеки притаманні лагові тенденції. Проте інтегральний показник інноваційних бізнес можливостей не може бути оцінений на основі показнику інноваційного потенціалу (і навпаки) з високим рівнем достовірності оцінки. Таким чином, склад показників складових інноваційної спроможності є обґрунтованим, доцільність застосування запропонованої структури інтегрального показника доведена експериментальним шляхом. Результати

проведеного канонічного аналізу обґрунтовують необхідність врахування взаємозв'язків між показниками при розробці прогнозів зміни інноваційної спроможності, що є перспективним напрямом подальших наукових досліджень.

Література

1. Ілляшенко С. М. Особливості формування та розвитку еколого-орієнтованої інноваційної культури / С. М. Ілляшенко, Ю. С. Шипуліна // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Менеджмент та підприємництво в Україні: етапи становлення і проблеми розвитку . - 2013. - № 776. - С. 109-114.
2. Лабунська С. В. Управління витратами інноваційної діяльності підприємства: методологія та практика: монографія / С.В.Лабунська – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2014. – 352с.
3. Пономаренко В. С. Багатовимірний аналіз соціально-економічних систем / В. С. Пономаренко, Л. М. Малярець. – Харків: Вид. ХНЕУ, 2009. – 384 с.
4. OECD, Oslo Manual. Guidelines for collecting and interpreting innovation data. – OECD, EUROSTAT, 2005. – 166 pp.